

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
LUT Kemia
EROTUSTEKNIIKAN LABORATORIO
KANDIDAATIN TYÖ

MAKSIMISSAAN 3m³ JÄTEVETTÄ VUOROKAUDESSA PUHDISTAVIEN PUHDISTAMOJEN MENETELMÄT JA LAITTEET

Työn tarkastaja: Harri Niemi LUT Kemia

Kandidaatin työntekijä: Helinä Mäkelä 0040726

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	MÄÄRITELMÄT	2
2.1.	Peruskäsitteitä	2
2.2.	Jätevedet	2
2.3.	Harmaat jätevedet	4
2.4.	Mustat jätevedet	4
3.	JÄTEVEDEN PUHDISTUSMEKANISMIT	4
3.1.	Mikrobiologinen puhdistusmekanismi	4
3.1.1	Aktiiviliete	5
3.1.2	Nitrifikaatio-denitrifikaatio	5
3.2.	Kemiallinen käsittely	6
3.3.	Biologis-kemiallinen puhdistus	7
3.4.	Otsonointi	8
4.	PUHDISTUSMENETELMÄT	8
4.1.	Maapuhdistamot	8
4.1.1	Maahanimeytys	9
4.1.2	Perinteinen maasuodatus	10
4.1.3	Tehostettu maasuodatus ja -imeytys	11
4.1.4	Maasuodatus erillisellä fosforinpoistolla	12
4.2.	Laitepuhdistamot	13
4.2.1	Jatkuvatoiminen puhdistamo	13
4.2.2	Panospuhdistamo	13
4.2.3	Biologinen puhdistamo	15
5.	KÄYTTÖ- JA SOVELLUSKOHTEITA	16
6.	UUSIA TUTKIMUKSIA	16
7.	KUSTANNUKSET	18
8.	YHTEENVETO	18
VIITTEET		19

1. JOHDANTO

Tässä kandidaatin työssä keskitytään maksimissaan 3m³ jätevettä vuorokaudessa puhdistavien puhdistamojen menetelmiin ja laitteisiin. Tarkoituksena on myös avata harmaiden ja mustien jätevesien väriskaalaa ja tämän vaikutusta jätevesijärjestelmän valintaan.

Haja-asutusalueiden jätevesien käsittely on puhuttanut Suomea runsaasti muutaman viime vuoden aikana ja säädöksiä on muokattu useampaan kertaan. Laki 196/2011 ympäristösuojelulain muuttamisesta astui voimaan 9.3.2011 /1/ ja uusi asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla astui voimaan 15.3.2011 /2/. Tähän asetukseen liittyvää siirtymäaikaa pidennettiin 26.3.2015 kahdella vuodella, joten kaikilla haja-asutusalueella sijaitsevilla kiinteistöillä pitää olla asetuksen vaatimukset täyttävä jätevesien puhdistusmenetelmä 15.3.2018 mennessä /3/.

Myös muussa lainsäädännössä säädetään vesienpuhdistamisesta ja veden likaantumisen estämisestä, esim. Ympäristönsuojelulaki (527/2014), Vesihuoltolaki (119/2001), Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), Laki vesihuollon tukemisesta (686/2004) ja Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006).

Suomessa ei ole vaatimuksia jostain tietystä menetelmästä tai puhdistamotyypistä, millä jäteveden puhdistaminen pitää suorittaa. Suomessa vaaditaan jätevesikuormituksen jäävän alle säädettyjen rajojen. Nämä rajat löytyvät ns. jätevesiasetuksesta /2/ ja taulukosta 1. Tiukennettua vaatimustasoa noudatetaan alueella, jossa ympäristönsuojelulain 19§: n nojalla annettavat kunnan ympäristönsuojelumääräykset koskevat ympäristöön johdettavien jätevesien ympäristökuormitusta. Eli yleensä vesistöjen lähetyksillä, pohjavesialueilla tai muuten herkillä alueilla.

Taulukko 1 Jätevesikuormituksen tasot Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla /2/ mukaan.

parametri	PERUSVAATIMUSTASO			TIUKENNETTU VAATIMUSTASO		
	BHK ₇	P	N	BHK ₇	P	N
kuormituksen vähimmäisvaatimus %	80	70	30	90	85	40
päästö ympäristöön enintään g/as/vrk	10	0,66	9,8	5	0,33	8,4

Asetuksessa /2/ jätevesien käsittelyjärjestelmät lajitellaan seuraavasti: saostussäiliö, jäteveden umpisäiliö, jäteveden maahanimeyttämö, jäteveden maasuodattamo ja pienpuhdistamot. Haja-asutusalueelle on myös mahdollista muodostaa jätevesiosuuskuntia, jolloin osuuskunta rakennuttaa vietto- ja/tai paineviemäriverkoston, jota pitkin jätevesi siirretään joko osuuskunnan omaan, isoon jätevedenpuhdistamoon tai liitetään kunnan viemäriverkoston.

Suosittelut järjestys jätevesienpuhdistusjärjestelmän valinnalle on seuraava: liittyminen kunnalliseen viemäriverkoston, liittyminen jätevesi/vesiosuuskunnan verkostoon, muodostaa yhteispuhdistamo läheisten kiinteistöjen kanssa ja viimeisenä oma jätevedenpuhdistamo. Suositus on tämä, koska isommat järjestelmät ovat vakaampia toiminnaltaan ja niiden käytöstä sekä huoltamisesta on olemassa tarkat säädökset. Muodostettaessa pienempiä yksiköitä, esimerkiksi kahden tai kolmen

talouden yhteispuhdistamoita on suositeltavaa laatia säännöt ja ohjeet liittyen käyttöön, huoltoon, maksujen jakautumiseen ja mahdollisiin muutoksiin.

2. MÄÄRITELMÄT

2.1. Peruskäsitteitä

Taulukossa 2 on esitetty muutamia peruskäsitteitä.

Taulukko 2 Peruskäsitteitä.

Termi	Selite
Asukasvastineluku (AVL)	Yhden henkilön keskimääräinen jätevesikuormitus vuorokaudessa= haja-asutuksen kuormitusluku. Lukua käytetään myös ilmoittamaan puhdistamon laskennallista kokoa. Puhdistamon kokoa laskettaessa luku saadaan: asuinkiinteistön huoneistoala (m ²) / 30.
Keskimääräinen jätevesimäärä	Yhden henkilön päivässä tuottama, laskennallinen jätevesimäärä. Yleisesti käytetään arvoja 125 l/d tai 150 l/d.
Talousjätevesi	Pesuista, vesikäymälöistä ja elinkeinotoiminnoista aiheutuvat jätevedet.
Haja-asutuksen kuormitusluku	Yhden henkilön käsittelemättömien talousjätevesien keskimääräinen kuormitus (BHK ₇ = 50 g/d, kok. P 2,2 g/d ja kok. N= 14 g/d)
Jätevesien käsittelyjärjestelmä	Talousjätevesien puhdistusta tai muuta käsittelyä varten tarvittavien laitteiden ja rakenteiden muodostama kokonaisuus.
Jätevesijärjestelmä	Rakennusten ja rakennusten ulkopuolella olevien talousvesiviemärien sekä jätevesienkäsittelyjärjestelmien muodostama kokonaisuus.
Jätevesien puhdistustaso	Talousjätevesien ympäristöön aiheuttaman kuormituksen vähentäminen verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen: - vähimmäistaso: BHK ₇ 80%, kok. P 70%, kok. N 30% - tiukennettu taso: BHK ₇ 90%, kok P 85%, kok. N 40%
Ravinteet	BHK ₇ (BOD ₇) = orgaanisen aineen määrän biologinen hapenkulutus seitsemän vuorokauden aikana kok. P = kokonaisfosfori kok. N = kokonaistyppi

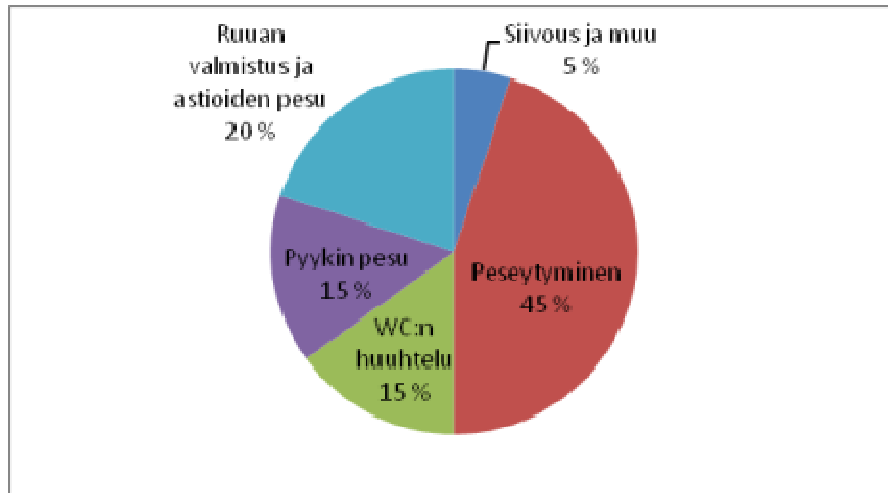
2.2. Jätevedet

Jäteveden merkittävimpiä aineosia ovat ravinteet (typpi ja fosfori), eloperäinen ja muu kiintoaines sekä erilaiset pieneliöt eli mikrobit. Jäteveden puhdistamisen tarkoituksena on vähentää näiden ympäristöä kuormittavien aineiden määrää radikaalisti.

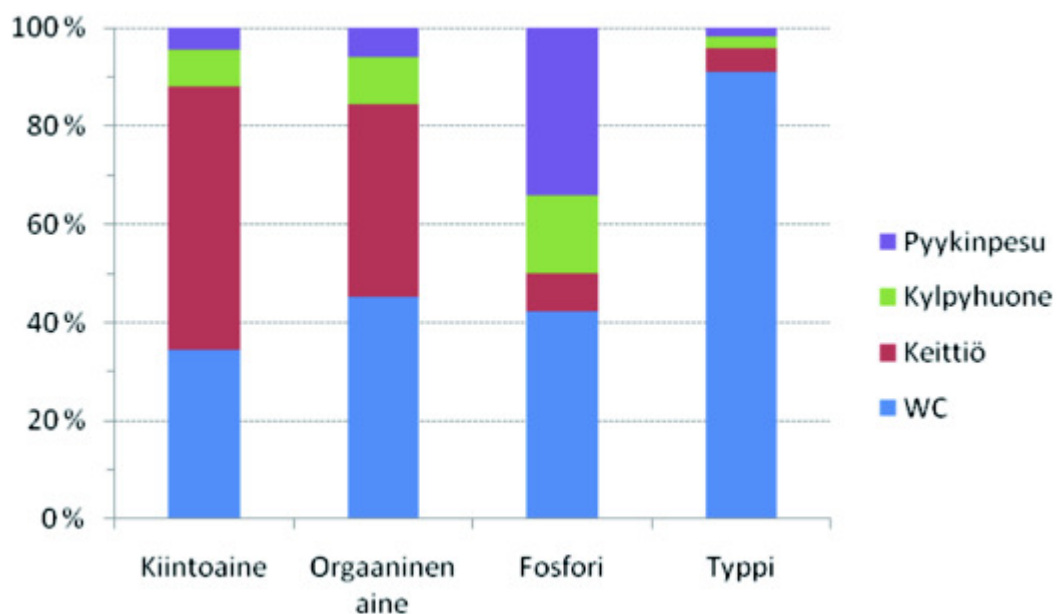
Jätevesien käsittelyn tavoitteena on erottaa vesi ja lika-aineet toisistaan. Käsitellyn jäteveden tulee olla niin puhdasta, ettei se aiheuta haittaa terveydelle ja ympäristölle. Kiinteät lika-aineet erotellaan lietteeksi, jonka tulisi jatkokäsittelyn jälkeen soveltua maanparannusaineeksi.

Ravinteet typpi ja fosfori kertyvät jäteveeteen lähes kokonaan WC-vesien mukana: fosfaattien käyttö kotitalouksien pyykinpesuaineissa on ollut kiellettyä heinäkuusta 2013 ja astianpesukoneen pesuaineissa kielto astuu voimaan tammikuussa 2017.

Kuvassa 1 on esitetty jäteveden keskimääräinen jakautuminen suomalaisissa kotitalouksissa ja kuvassa 2 jäteveden epäpuhtauksien ja ravinteiden päätyminen jätevesiin eri toiminnoista.



Kuva 1 Jäteveden keskimääräinen jakautuminen suomalaisissa kotitalouksissa Suomen Ympäristökeskuksen mukaan /4/.



Kuva 2 Jäteveden epäpuhtauksien ja ravinteiden päätyminen jätevesiin eri toiminnoista /5/.

2.3. Harmaat jätevedet

Harmailla jätevesillä tarkoitetaan yleisesti pesuvesiä, joita syntyy suihkussa, pyykin- ja astioidenpesussa, käsienpesussa yms. Harmaat jätevedet kategorian voi jakaa myös alaluokkiin, kuten taulukossa 3 on lueteltu.

Taulukko 3 Vaaleanharmaat, harmaat ja tummanharmaat jätevedet.

Jätevesi	Mitä
Vaaleanharmaa	Suihkuvedet, käsienpesuvedet
Harmaa	Em. + keittiössä syntyvät vedet (ei pesukoneita)
Tummanharmaa	Em. + pesukoneista (astiat, pyykki) tulevat jätevedet

Harmaiden jätevesien puhdistaminen onnistuu kevyemmällä menetelmällä kuin myös WC-vesiä sisältävien jätevesien. Kun käsitellään pelkkiä suihku- ja käsienpesuvesiä, niiden puhdistukseen riittää usein pelkkä suodatus. Kun niihin lisätään keittiövedet, mukaan tulee rasva, joka vaatii puhdistuakseen enemmän. Tällöin esimerkiksi kiinteistöillä, joilla ei ole pesukoneita eikä vesikäymälää, jätevesienkäsittelymenetelmät voivat olla huomattavasti kevyempiä kuin täysin varustellulla kiinteistöillä.

2.4. Mustat jätevedet

Mustilla jätevesillä tarkoitetaan vesikäymälöissä syntyviä jätevesiä. Mustien jätevesien pitoisuus ja määrä vaihtelee suuresti riippuen käytetystä WC-mallista: vanhanaikaiset, paljon vettä käyttävät WC:t (6-9 litraa/huuhtelu), nykyiset kaksihuuhtelulliset WC:t (2-4 litraa/huuhtelu) ja vähävetiset WC:t (0,2-0,5 litraa/huuhtelu).

3. JÄTEVEDEN PUHDISTUSMEKANISMIT

3.1. Mikrobiologinen puhdistusmekanismi

Mikrobiologinen puhdistusmekanismi muodostuu erilaisista ravinteita syövästä ja hajottavista mikrobeista ja sen tarkoituksena on orgaanisen aineen ja ravinteiden poisto. Eniten mikrobit poistavat orgaanista ainesta, mutta myös typpeä ja jonkin verran fosforia. Mikrobit valikoituvat jäteveden laadun, lämpötilan, pH:n ja happipitoisuuden mukaan. Mikrobin ongelmia ovat herkkyys myrkyttymiselle ja jäteveden määrän vaihtelulle sekä lämpötilavaatimukset.

Jotta mikrobit voisivat toimia mahdollisimman hyvin, täytyy niille antaa oikeanlaista ravintoa sekä lisätä tai poistaa hapetta.

Mikrobin toiminta on tehokkainta silloin, kun vesi on riittävän lämmintä, 15-25°C. Suomen ilmastossa tämä on yksi kynnyskysymyksistä ja siksi puhdistamoiden eristäminen joko maa-aineksilla ja/tai routaeristyksellä on välttämätöntä.

3.1.1 Aktiiviliete

Aktiivilieteprosessin tarkoituksena on hajottaa jätevedessä olevat orgaaniset aineet mahdollisimman nopeasti. Aktiivilietemenetelmässä jätevesi johdetaan biomassaa (aktiiviliete) sisältävään säiliöön, jossa lietettä ja jätevettä ilmastetaan. Ilmastukseen käytetään yleensä pohjailmastimia. Ilmastuksen tarkoituksena on riittävän happimäärän takaaminen mikrobeille, pitää vesi liikkeessä ja sekä estää syntyneiden flokkien laskeutuminen liian aikaisin. Happipitoisuus pienissä aktiivilietepuhdistamoissa on 3-6 mg/l /6/.

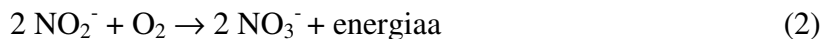
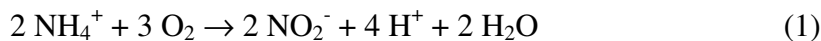
Selkeytysvaiheessa flokkien annetaan sedimentoitua rauhassa.

Aktiivilietteen määrä pyritään pitämään tasaisena ja siksi osa siitä poistetaan säännöllisesti ylijäämälietteenä, jotta puhdistamon puhdistustulos säilyy tasaisena.

Aktiivilietemenetelmä poistaa jätevedestä fosforia noin 30 % ja typpiyhdisteitä noin 10-15 % /6/.

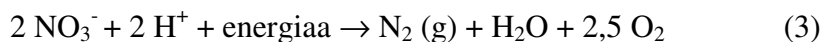
3.1.2 Nitrifikaatio-denitrifikaatio

Hapetus-pelkistys- eli nitrifikaatio-denitrifikaatioprosessissa typen poistaminen tapahtuu kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa bakteerit hapettavat ammoniumtypen nitriitiksi, joka on pysymätön välituote, eikä kerry systeemiin. Toisessa vaiheessa reaktio jatkuu bakteerien muuttaessa nitriitin nitraatiksi. Tätä ammoniumtypen hapettumista välivaiheiden kautta nitraatiksi kutsutaan nitrifikaatioksi /6/.



Nitrifikaatiobakteerit ovat herkkiä ja monet yhdisteet voivatkin estää nitrifikaation. Nitrifikaation optimi pH on välillä 7,5–8,6. Alhainen lämpötila hidastaa nitrifikaatiota ja pahimmillaan voi estää sen. Lisäksi jäteveden viipymän tulee olla tarpeeksi pitkä. Hyvin toimivan nitrifikaation jälkeen suurin osa jäteveden tpeestä on nitraattimuodossa /6/, jolloin typpiyhdisteet eivät vaadi vesistöissä happea.

Typenpoiston toinen vaihe on denitrifikaatio, jossa nitraatti pelkistyy eli muuttuu edelleen typpikaasuksi. Denitrifikaatio tapahtuu ilman liuennutta eli vapaata happea.



Reaktion pH optimi on 7–8. Reaktion aikana alkaliniteetti lisääntyy ja korvaa parhaimmillaan 50 % nitrifikaation aiheuttamasta alkaliteetin laskusta. Yhden typpigramman poistaminen vaatii 3–6 grammaa orgaanista ainetta BOD:na mitattuna. Denitrifikaatiota voidaan tehostaa lisäämällä biologiseen prosessin jälkeen hapeton vaihe. Tämä voidaan toteuttaa panospuhdistamoissa hapellisen ja hapettoman vaiheen säädöillä /6/.

3.2. Kemiallinen käsittely

Kemiallisessa puhdistuksessa veteen lisätään kemikaaleja, jotka reagoivat vedessä olevien yhdisteiden kanssa kemiallisesti ja toimivat koagulantteina. Kemikaalien ensisijainen tarkoitus on poistaa jätevedessä oleva fosfori, joka on jätevedessä enimmäkseen liuenneena. Fosfori muodostaa veteen lisättävän kemikaalin kanssa uuden vaikeasti liukenevan yhdisteen, joka voidaan poistaa vedestä joko selkeyttämällä tai suodattamalla. Kemiallinen käsittely parantaa lisäksi kiintoaineen sitoutumista lietteeseen ja tekee lietteen raskaammaksi edesauttaen laskeutumista /6/.

Yleisimmät saostuskemikaalit ovat fosforia saostavat alumiini- ja rautasuolat: polyalumiinikloridi, alumiinisulfaatti sekä ferri- ja ferrosulfaatti. Pienpuhdistamoissa näitä käytetään yleensä vesiliuoksina annostelun helpottamiseksi. Fosforin tehokkaan poistumisen saavuttamiseksi on saostuskemikaalin syöttömäärän oltava riittävä suhteessa jätevedessä olevaan fosforin määrään. Pienpuhdistamoilla saostuskemikaalin syöttömäärä tulisi säätää jokaiselle puhdistamolle sinne tulevan kuormituksen mukaisesti. Teoriassa yhden fosforigramman sitomiseen tarvitaan 0,9 grammaa alumiinia tai 1,8 grammaa rautaa /6/.

Suomessa käytetään rautasuoloista useimmiten ferrosulfaattia, koska sitä saadaan kemian teollisuuden jäteaineena. Ferrosuola tulee kuitenkin hapettaa ennen prosessia tai sen aikana ferrimuotoon. Tämän takia ferroyhdisteiden käyttö ei sovi joka paikkaan. Alumiinisuoloista käytetään jäteveden fosforin saostamiseen polyalumiinikloridia, alumiinisulfaatin käyttö on vähentynyt muutaman viime vuoden aikana. Pienpuhdistamoiden valmistajat yleensä suosittelevat käytettäväksi puhdistamoillaan jotain tiettyä kemikaalia /6/.

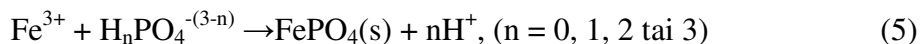
Ferrosulfaatti on monipuolinen kemikaali ja sitä käytetään moneen tarkoitukseen. Yksi suurimmista käyttökohteista on veden- ja jätevedenpuhdistus. Ferrosulfaattia käytetään saostamaan vesistöjä rehevöittävät fosfaatti(PO_4^{3-})yhdisteet pois. Reaktio on seuraavanlainen:

Ensin osa ferroioneista Fe^{2+} hapettuvat ferri-ioneiksi Fe^{3+}

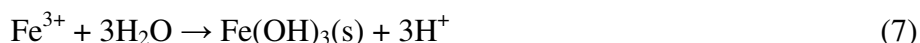


Tämän vuoksi monissa jätevedenpuhdistuskemikaaleissa ferrisulfaatin osuus on keskimäärin satakertainen verrattuna ferrosulfaattiin.

Sitten ferro-ionit ja ferri-ionit reagoivat jätevedessä nopeasti hydroksyyli- ja fosfaatti-ionien kanssa muodostaen saostumia, joiden kokoa pyritään kasvattamaan laskeutumiskykyisiksi hiutaleiksi



Hydroksyylisakka muodostuu reaktion (7) mukaan



Ferrihydroksidisakka toimii myös jäteveden epäpuhtauksien sitojana (agglomeraattina), muttei poista fosforia yhtä tehokkaasti kuin raudan reagoidessa suoraan fosfaattien kanssa.

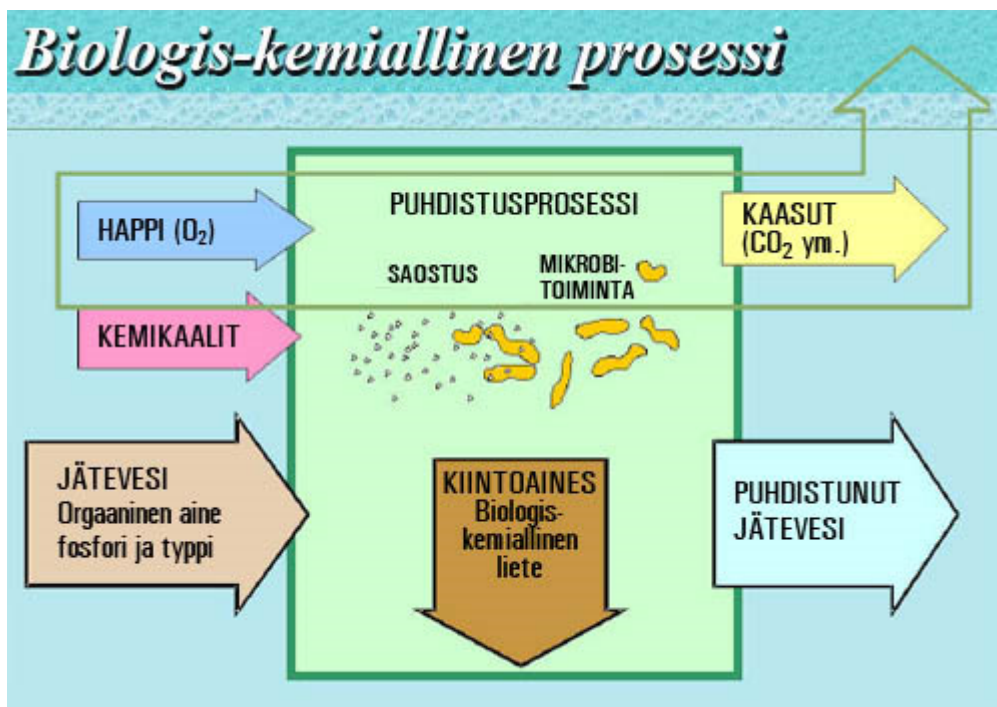
Kemiallinen saostus voidaan suorittaa eri vaiheissa suhteessa biologisen käsittelyyn:

- Esisaostus tapahtuu ennen biologista vaihetta, jolloin saostuskemikaali syötetään esimerkiksi saostussäiliöön johtavaan viemäriputkeen erillisen annostelijan kautta. Muutamat puhdistamovalmistajat käyttävät tätä menetelmää. Annostelija voidaan lisätä tehostamaan puhdistusta myös myöhemmin. Suola on yleensä kiinteässä muodossa.
- Rinnakkaissaostuksessa kemikaali annostellaan biologisen vaiheen aikana. Tämä on yleisin menetelmä laitepuhdistamoissa. Kemikaalin annostelu tapahtuu pumpulla tai magneettiventtiilillä joko aikakytkimellä tai jäteveden määrän mukaan.
- Jälkisaostus tehdään biologisen käsittelyn jälkeen. Tarvittaessa maasuodatuksen tai tehostetun maasuodatuksen jälkeen, kun käsiteltävänä ovat kaikki jätevedet.

Kemiallisen saostuksessa syntyvät hiukkaset ovat niin pieniä, etteivät ne pysty sellaisinaan laskeutumaan selkeytysvaiheessa. Tämän takia fosforin saostukseen kuuluu jäteveden ja kemikaalin sekoittamisen lisäksi syntyneen seoksen hämmäntäminen, jolloin syntyneet hiukkaset törmäilevät ja tarttuvat toisiinsa, jolloin niiden koko kasvaa /6/.

3.3. Biologis-kemiallinen puhdistus

Kuvassa 3 on esitetty periaatekuva biologis-kemiallisen puhdistusprosessin toiminnasta.



Kuva 3 Periaatekuva biologis-kemiallisen puhdistusprosessin toiminnasta /7/.

Suurin osa Suomen jäteveden pienpuhdistamoista on biologis-kemiallisia puhdistamoita. Tällä tavoin taataan puhdistuksen tason olevan raja-arvojen oikealla puolella, varsinkin, jos puhdistettavana ovat kaikki talousjätevedet.

3.4. Otsonointi

Otsoni O_3 on hapen allotrooppinen muoto. Se on myrkyllinen vaaleansinertävä kaasu, jolla on ominainen ärsyttävä, pistävä haju.

Otsonointi vaikuttaa jätevesienkäsittelyssä seuraaviin asioihin: orgaanisten aineiden hapettuminen, epäorgaanisten aineiden hapettuminen, desinfiointi, värinpoisto ja sameuden vähentäminen.

Kuitenkaan orgaanisten aineiden hajottaminen otsonilla hiilidioksidiksi ja vedeksi ei ole aina kannattavaa, koska tällöin tarvittavat otsoniannostukset ovat kohtuuttoman suuria. Orgaanisen aineen täydelliseen hajottamiseen tarvittava otsonin määrä vaihtelee paljon, koska siihen vaikuttavat, minkälaista vettä käsitellään (esimerkiksi puhdas vesi, jätevesi) sekä minkälaisia orgaanisten materiaaleja käsitellään. Kun otsonoidaan puhdasta vettä, otsonin kulutus on noin 4,8 kg O_3 /100 kg COD:tä, jätevesissä tarvittava otsoniannos on noin 2 - 5 kg O_3 /kg COD.

Vaikka otsonointi on todettu tehokkaaksi keinoksi jätevedenpuhdistuksessa, se ei ole käytössä ko. puhdistamoilla. Kotitalousjätevesien puhdistamiseen otsonointi on vielä toistaiseksi liian kallis, liian hyvä ja liian monimutkainen vaihtoehto.

4. PUHDISTUSMENETELMÄT

Jätevesien puhdistusmenetelmät ovat karkeasti jaoteltuina: maapuhdistamot, biologiset laitepuhdistamot ja biologis-kemialliset laitepuhdistamot. Umpisäiliö ei ole puhdistusmenetelmä, vaan ainoastaan varastosäiliö, josta jätevesi kuljetetaan muualle puhdistettavaksi. Myöskään saostuskaivo (sakokaivo) ei yksinään täytä nykypäivän jätevedenpuhdistusvaatimuksia niin, että sitä voitaisiin kutsua puhdistusmenetelmäksi.

4.1. Maapuhdistamot

Maapuhdistamoilla tarkoitetaan puhdistusmenetelmiä, jotka sijoitetaan maaperään niin, että erilaisia maa-aineksia käytetään osana puhdistusmenetelmää. Maapuhdistamo suunniteltaessa on tärkeää tietää, minkälainen maaperä on kyseessä, koska se vaikuttaa merkittävästi puhdistamon valintaan. Perinteiset maapuhdistamot vievät kiinteistöllä huomattavasti suuremman pinta-alan (vähintään 20-30 m² per yksi talous) kuin muut puhdistusmenetelmät ja niiden rakentaminen sekä korjaus aiheuttavat maisemallisia muutoksia.

Maapuhdistamot ovat oikein rakennettuina ja käytettyinä sekä pitkäikäisiä että toimintavarmoja, mutta samalla herkkiä myrkyttymiselle. Samoin fosforinpoiston tehokkuus heikkenee ajan myötä, jolloin sitä joudutaan tehostamaan erillisellä fosforipoistoyksiköllä, jos maapuhdistamossa puhdistetaan kaikki jätevedet. Harmaiden vesien puhdistukseen maapuhdistamo on hyvä vaihtoehto. Ennen maapuhdistamo on oltava saostuskaivo, joka on vähintään kaksiosainen ja tyhjennetään vähintään kerran vuodessa, kun kyseessä ovat harmaat jätevedet. Kun kyseessä ovat kaikki jätevedet, saostuskaivon on oltava kolmiosainen ja se on tyhjennettävä vähintään kaksi kertaa vuodessa. Jos saostuskaivoa ei tyhjennetä riittävän usein, se vaikuttaa kentän toimintaan ja lyhentää kentän käyttöikä. Kentän päälle ei saa istuttaa syväjuurisia kasveja eikä sen päältä saa kulkea.

Maapuhdistamoita rakennettaessa on käytettävä siihen tarkoitettua suodatinhiekkää, jonka rakeisuus on 0-8 mm ja rakeisuuskäyrän pitää olla oikealla alueella. Samoin jako- ja kokoomaputkistojen ympärillä oleva sora täytyy olla pestyä ja kooltaan 8-16 mm tai 16-32 mm. Näin taataan maapuhdistamon toimivuus oikealla tavalla.

Maasuodatuksella ja maahanimeytyksellä on merkittävä periaatteellinen ero:

- maahanimeytyksessä suodatettu jätevesi kulkeutuu pohjavedeksi.
- maasuodatuksessa suodatettu jätevesi kerätään kokoomaputkiin ja johdetaan purkupaikkaan, esimerkiksi avo-ojaan.

4.1.1 Maahanimeytys

Imeytyskentässä jätevesi puhdistuu suotautuessaan tontin luonnollisten maakerrosten läpi. Jätevesi jaetaan imeytysputkiston kautta maahan. Imeytyskerroksessa on sepeliä, jonka karheus on sopiva veden tasaiseen jakautumiseen.

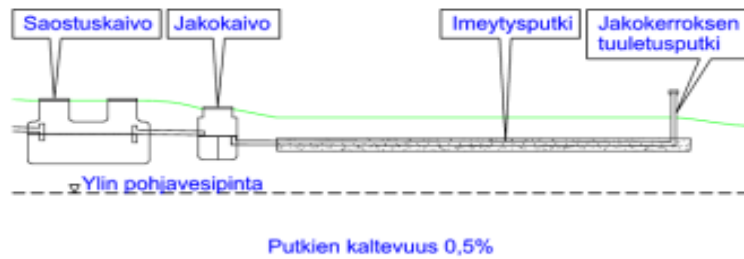
Maahanimeytys vaatii huolellisinta maaperän tutkintaa. Maaperän soveltuvuus imeytykseen selvitetään koekuopalla ja/tai imeytyskokeella. Koekuopalla ja laboratoriokokeilla selvitetään pohjaveden korkeus, maalaji ja rakeisuus imeytyssyvyydeltä. Maaperä ei saa olla liian tiivistä (esimerkiksi savi), mutta ei myöskään liian huokoista (kivinen). Koekuopan on oltava vähintään metrin syvyinen ja sen on sijaittava alueella, mihin maahanimeyttämö on tarkoitus rakentaa. Imeytyskoe on mahdollista tehdä esimerkiksi seuraavilla menetelmillä:

- imeytyskoekuoppa (Leinon menetelmä)
- vakio vedenpinnan korkeus (Porchet'n menetelmä)
- imeytyskoe korjauskertoimella (Laskevan vedenpinnan menetelmä)
- putkikoe (Nybergin menetelmä)

Imeytyskoe antaa alustavaa tietoa siitä, onko maahanimeyttämön rakentaminen mahdollista kyseessä olevalla alueella. Läheisyydessä (noin 150-200m) olevien talousvesikaivojen sijainnit otettava huomioon. Samoin maastonmuodot sekä pohjaveden korkeus ja korkeusvaihtelut vaikuttavat imeyttämön paikkaan. Pohjavesialueella maahanimeytystä ei saa rakentaa, koska silloin on olemassa suuri vaara pohjaveden likaantumisen.

Maahanimeytyskentän vanhetessa ongelmaksi saattaa muodostua fosforinpoiston heikkeneminen, etenkin puhdistettaessa kaikkia jätevesiä. Tällöin ratkaisuna on uuden puhdistusjärjestelmän rakentaminen toiseen paikkaan. Maahanimeyttämön käyttöikä on noin 10-15 vuotta ja pinta-ala kaikille jätevesille tarkoitettuun puhdistukseen vähintään 20-30 m²/yksi talous. Kun käsitellään vain harmaita vesiä, kentän ikä on pidempi ja koko pienempi.

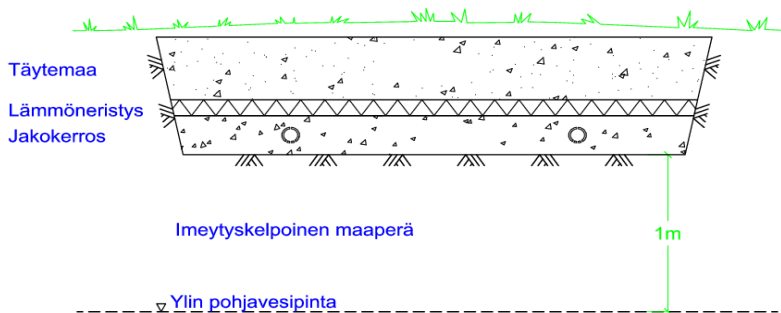
Kuvassa 4 on maahanimeyttämön pituusleikkaus ja kuvassa 5 on maahanimeyttämön poikkileikkaus.



MAAHANIMEYTTÄMÖ
YHDEN TALOUDEN JÄTEVESILLE
PITUUSLEIKKAUS



Kuva 4 Maahanimeyttämön pituusleikkaus /8/



MAAHANIMEYTTÄMÖ
YHDEN TALOUDEN JÄTEVESILLE
Poikkileikkaus



Kuva 5 Maahanimeyttämön poikkileikkaus /8/

4.1.2 Perinteinen maasuodatus

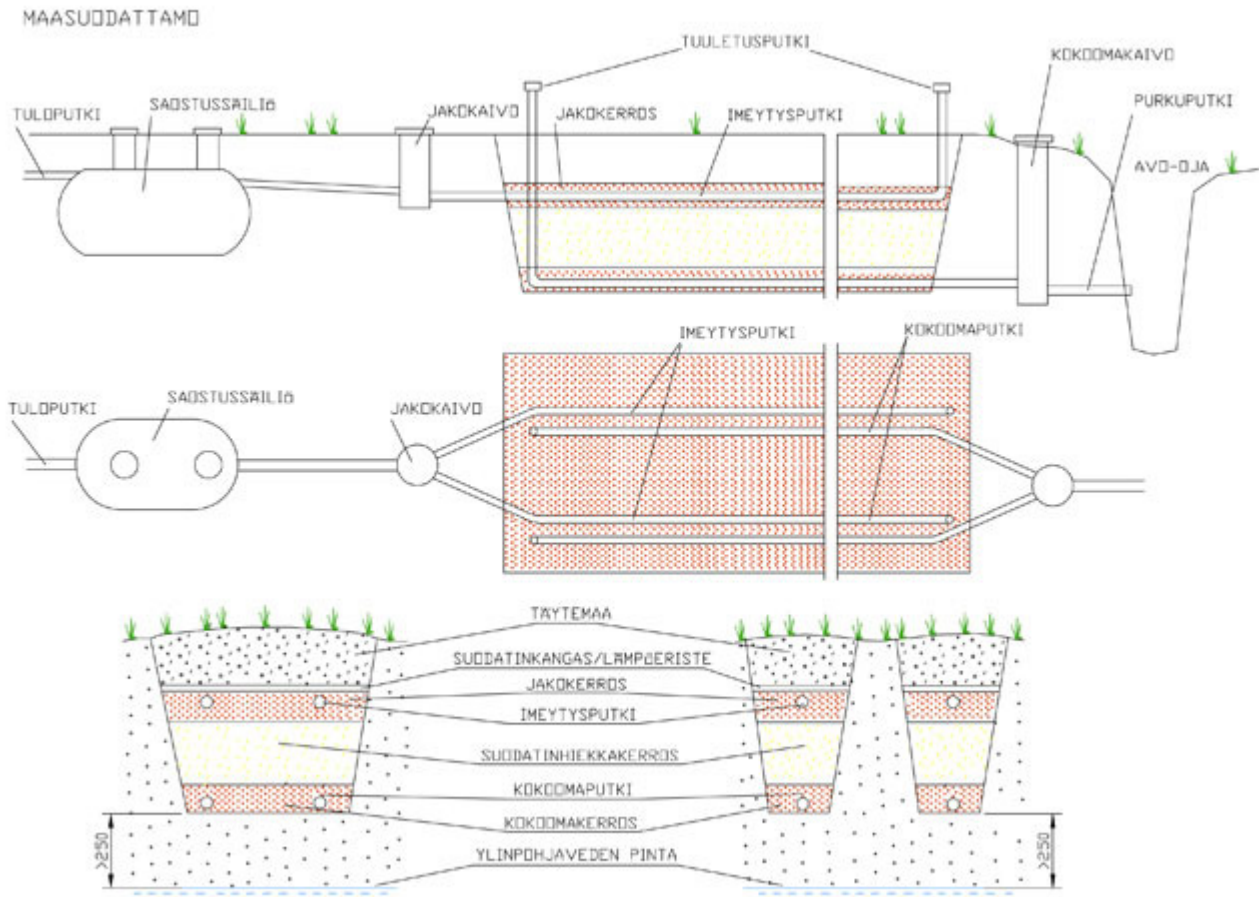
Perinteisessä maasuodatuksessa jätevesi puhdistuu kulkeutuessaan rakennettujen suodatuskerrosten läpi. Kerrokset ovat imeytyskerros, suodatinhiekkakerros ja kokoomakerros. Suodatinhiekkakerros on se osa, jossa varsinainen puhdistus tapahtuu. Suodatinhiekkakerrokseen (0-8 mm) vesi jaetaan imeytysputkiston kautta. Imeytyskerroksessa on sepeliä, jonka karkeus on sopiva (8-16 mm tai 16-32 mm) veden tasaiseen jakautumiseen. Suodatinhiekan läpi kulkeuduttuaan jätevesi kerätään kokoomaputkistoon, mistä se johdetaan maastoon. Kokoomakerroksessa käytetään myös sepeliä. Kokoomaputki johtaa puhdistetun veden purkupaikkaan, esimerkiksi avo-ojaan.

Lisäksi maapuhdistamon alle asennetaan suodatinkangas estämään veden imeytymistä maastoon. Koska puhdistetun jäteveden pääsy suoraan maaperään on estetty, maasuodatusta voidaan käyttää myös paikoissa, joihin maahanimeyttämöä ei voi rakentaa.

Kaivuusyvyys perinteisellä maasuodatus kentällä on noin 2,5 metriä, lisäksi suojaetäisyys pohjaveden ylimpään pintaan pitää täyttyä. Suodattamoja voidaan rakentaa myös erikoisratkaisuin

eli vaakavirtaussuodattamona tai kohotettuna, jolloin käytetään apuna pumppaustekniikkaa. Näillä keinoin maasuodatus saadaan sopimaan myös tasaiselle tontille tai matalan purkuojan vierelle.

Kuvassa 6 on maasuodattamon pituusleikkaus, putkien sijoituskuva ja poikkileikkaus.



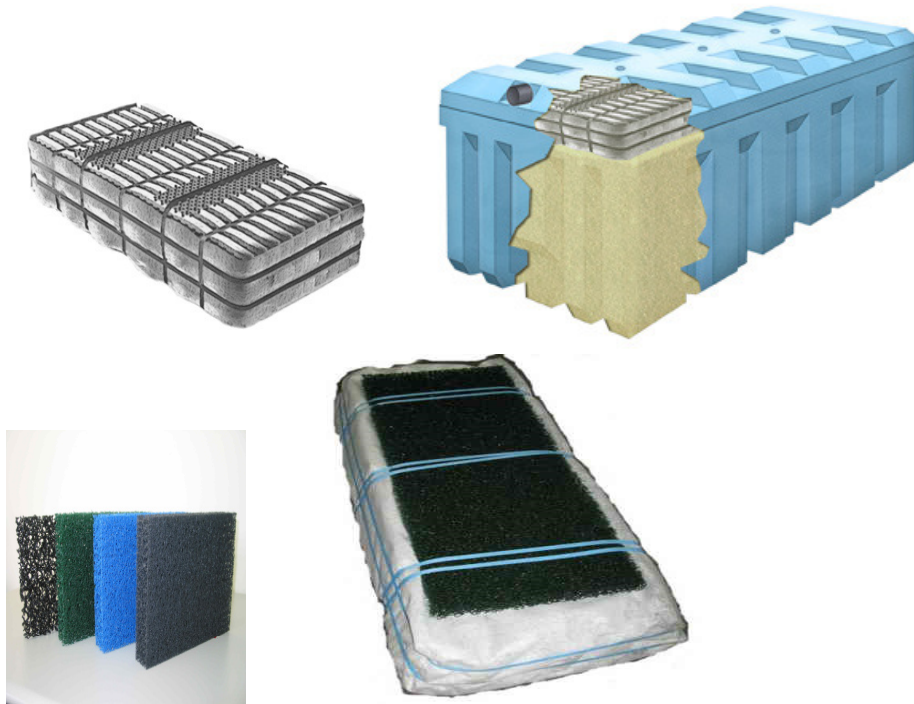
Kuva 6 Maasuodattamon leikkauskuvia /9/

4.1.3 Tehostettu maasuodatus ja -imeytys

Tehostettu maasuodatus ja -imeytys toteutetaan valmiiden suodatusmoduulien avulla. Tällöin kentän koko saadaan pienennettyä jopa kolmannekseen perinteisiin maapuhdistamoihin verrattuna. Myös kentän uusiminen on helpompi toteuttaa.

Suodatusmoduuleilla korvataan maapuhdistamoissa suodatukseen käytetty maa-aines. Suodatusmoduulit voidaan laittaa maahan suoraan suodatushiekkakerroksen tilalle tai niitä voidaan käyttää valmiina, muovikuorissa olevana pakettina, jolloin korvautuvat myös imeytys- ja kokoojakerrokset.

Kuvassa 7 on esitetty erilaisia suodatusmoduuleja.



Kuva 7 Erilaisia suodatusmoduuleja: ylhäällä vasemmalla In-Drän -suodatusmoduuli, ylhäällä oikealla In-Drän –suodatusmoduuleista koottu valmis biosuodatin, alhaalla vasemmalla YmpäristöRaidan Biomoduulin erilaisia suodatinelementtejä, alhaalla oikealla YmpäristöRaidan Biomoduuli /10/, /11/

4.1.4 Maasuodatus erillisellä fosforinpoistolla

Kun puhdistetaan kaikkia jätevesiä, maasuodattamon ennen tai jälkeen voidaan asentaa erillinen fosforinpoistokaivo, jolloin varmistetaan riittävä fosforitason lasku. Samalla voidaan myös jatkaa maasuodattamon käyttöikä (15-25 vuotta).

Ennen maasuodattamoita asennettavat fosforinpoistoyksiköt toimivat useimmiten samoilla kemikaaleilla kuin biologis-kemiallisissa laitepuhdistamoissa käytetään. Tämä vaihtoehto on yleistynyt viime vuosina huomattavasti helppoutensa ansiosta.

Maasuodattamon jälkeen asennettavissa fosforinpoistoyksiköissä käytetään yleensä kalkki-rauta-kipsipohjaista suodatinmassaa. Puhdistus perustuu massan aiheuttaman veden pH:n nousuun, joka saostaa fosforin ja poistaa vedestä bakteerit. Suodatinmassan vaihtoväli on puhdistamon käyttöasteesta riippuen 6-24kk. Uusissa maapuhdistamoissa tätä vaihtoehtoa asennetaan vähemmän, koska suodatinmassan saatavuudessa on ongelmia.

Fosforinpoiston tehostamiseen on myös käytetty biotiitin lisäystä maasuodattimen suodatuskerrokseen. Tämän ratkaisun toimivuus ja kestoaika on kyseenalainen. Biotiittiä ei voi vaihtaa eikä lisätä ilman maasuodattamon purkamista.

4.2. Laitepuhdistamot

Laitepuhdistamossa eli pienpuhdistamossa jätevedenpuhdistus tapahtuu muovi-, lasikuitu- tai betonisäiliön/-säiliöiden sisällä. Vettä puhdistetaan eri tavoin ja menetelmin: puhdistamo voi toimia panoksittain tai jatkuvatoimisesti, yleisimmin on käytössä biologis-kemiallinen puhdistusmenetelmä, kun puhdistetaan kaikkia jätevesiä. Pelkän biologisen puhdistusmenetelmän ongelmana on fosforin poistaminen asetuksen vaatimalle tasolle.

4.2.1 Jatkuvatoiminen puhdistamo

Jatkuvatoiminen puhdistamo koostuu yleensä kolmesta erillisestä säiliöstä. Jätevesi tulee viemäriä pitkin ensimmäiseen säiliöön. Siinä tapahtuu jäteveden esiselkeytys, eli säiliö toimii normaalina saostuskaivona. Vettä raskaampi aines painuu säiliön pohjalle ja kevyempi, esimerkiksi rasva, nousee veden pintaan. Säiliöön myös pumpataan kolmannesta säiliöstä fosforilietettä. Jätevesi siirtyy ensimmäisestä säiliöstä toiseen painovoimaisesti.

Toisessa säiliössä aktiivilietteen pieneliöt hajottavat jäteveden sisältämää orgaanista eli eloperäistä ainesta, typpeä ja fosforia. Aktiiviliete syntyy säiliöön jäteveden pieneliöiden eli mikrobien lisääntyessä. Mikrobit tarvitsevat elääkseen happea. Laitekotelossa oleva ilmapumppu pumppaa säiliöön ilmaa pohjalla olevan lautasilmastimen avulla. Mikrobit hajottavat orgaanisen aineen hiilidioksidiksi ja vedeksi. Typpi muuttuu ilmastusvaiheessa nitraattitypeksi.

Ilmastus on poikki yöaikaan muutaman tunnin. Tänä aikana nitraattityppi muuttuu typpikaasuksi, joka vapautuu ilmakehään. Aktiiviliete erottuu säiliöstä poistuvasta vedestä sylinterimäisessä selkeyttimessä. Selkeyttimessä veden liike rauhoittuu, jolloin vettä painavampi aktiiviliete laskeutuu takaisin säiliöön. Kirkastunut vesi siirtyy kolmanteen säiliöön sitä mukaa kuin toiseen säiliöön tulee syrjäyttävää vettä.

Kolmanteen säiliöön tuleva vesi kertyy pumppuastiaan. Astiassa on pumppu, joka nostaa vettä annos kerrallaan pumppuastian yläpuolella olevaan sekoitusastiaan. Samalla kemikaalinannostelupumppu annostelee kemikaalisäiliöstä alumiinipohjaista saostuskemikaalia sekoitusastiaan, jolloin vesi ja kemikaali sekoittuvat.

Sekoitusastiasta vesi johdetaan säiliöön alasvientiputkea pitkin. Saostuskemikaalin kanssa reagoinut fosfori painuu vettä painavampana säiliön pohjalle lietteeksi. Takaisinkierätyspumppu pumppaa lietettä kaksi kertaa vuorokaudessa ensimmäiseen säiliöön. Selkeytynyt vesi nousee pintaan ja poistuu kolmannesta säiliöstä painovoimaisesti järjestelmän purkupuutkeen.

Jatkuvatoimisissa puhdistamoissa lietteen tyhjennys on suoritettava vähintään kaksi kertaa vuodessa.

4.2.2 Panospuhdistamo

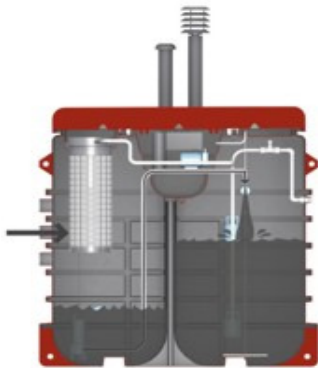
Panospuhdistamo puhdistaa jäteveden panos kerrallaan. Panoksen koko riippuu puhdistamon koosta, yleensä sen koko on 500-1000 dm³. Panoksen puhdistaminen alkaa, kun riittävä määrä jätevettä on kertynyt puhdistamoon. Panoksen puhdistus kestää puhdistamosta riippuen 4-12 tuntia, josta ilmastus on ajallisesti pisin yksittäinen prosessi.

Puhdistusprosessi on hallitusti ja tarkasti logiikkaohjattu. Mahdolliset virtaamavaihtelut eivät vaikuta puhdistustulokseen ja jokainen jätevesierä puhdistuu aina samanlaisissa olosuhteissa. Panospuhdistamo koostuu yleensä 1-3 säiliöstä saostuskaivo mukaan lukien.

Panospuhdistamoissa on mahdollisuus valita lietteenpoistojärjestelmä: liete voidaan poistaa perinteisesti loka-autolla, jolloin se tyhjennys täytyy suorittaa vähintään kaksi kertaa vuodessa tai se on mahdollista poistaa ja kompostoida itse ns. lietekorin/-pussin avulla, jolloin tyhjennysvälin voi säätää itse käytön mukaan.

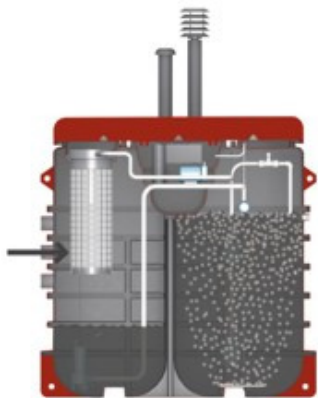
Kuvassa 8 on esitetty panospuhdistamon puhdistusvaiheet /12/

Prosessijaksot



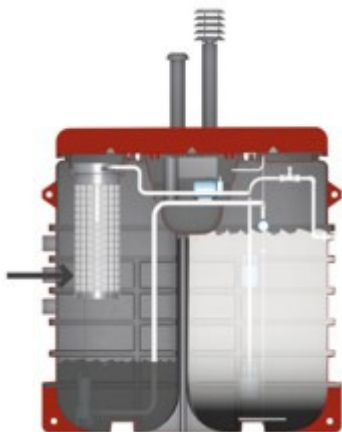
1. Jätevesipanoksen kertyminen prosessisäiliöön

Jätevesi johdetaan varastosäiliöön ilman erillistä esikäsitteilyä tai saostusta. Varastosäiliöstä jätevesi siirtyy prosessisäiliöön. Puhdistusprosessi käynnistyy automaattisesti, kun jätevesipanoksen alaraja saavutetaan prosessisäiliössä.



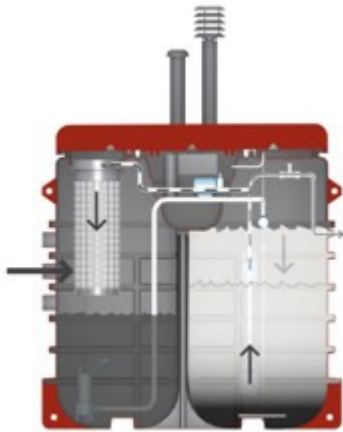
2. Ilmastus ja kemikaalin syöttö

Ilmastuksella edistetään aineiden biologista hajoamista, sekä jäteveden typpiyhdisteiden hapettumista nitraatiksi. Ilmastusvaiheen lopussa jätevedeen annostellaan saostuskemikaalia. Kemikaalin avulla saostetaan jätevedeen liunneita fosforiyhdisteitä.



3. Typen poisto ja selkeytys

Ilmastus on pysähdyksissä ja liete laskeutuu prosessisäiliön pohjalle. Pintaan kerrostuu puhdistettu ja ravinnevapaa vesi. Nitraattina oleva typpi pelkistyy typpikaasuksi.



4. Puhdistetun veden poistaminen ja ylijäämälietteen käsittely

Selkeytyksen jälkeen puhdistettu vesi johdetaan purkupaikkaan. Ylijäämäliete kertyy vaihdettavaan/pestävään lietepussiin tai -koriin, joka voidaan kompostoida tai liete tyhjenetään kahdesti vuodessa loka-autolla, joka vie lietteen edelleen käsiteltäväksi.

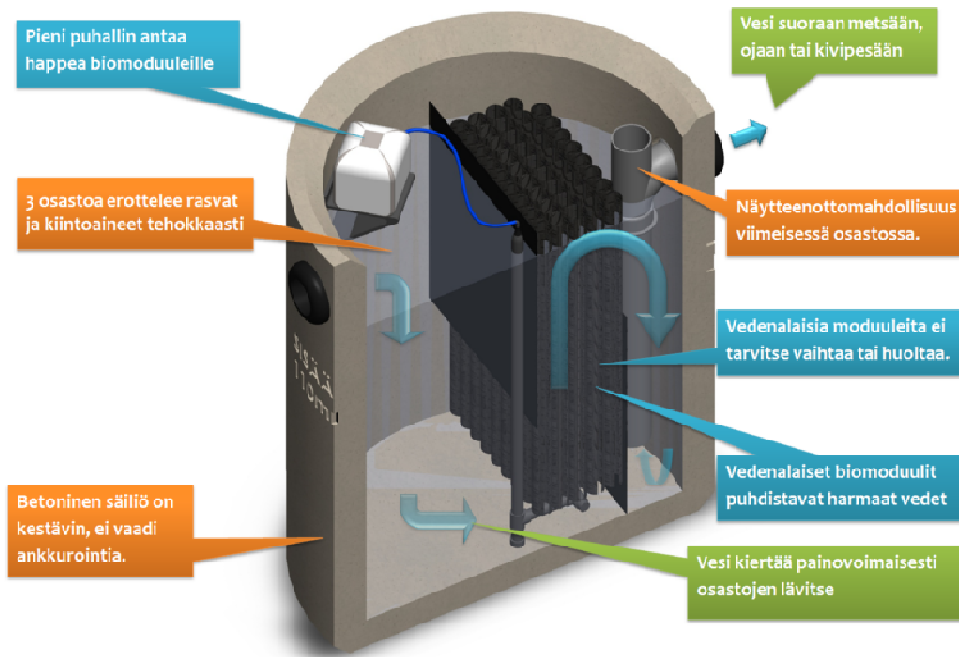
Kuva 8 Panospuhdistamon puhdistusvaiheet /12/

4.2.3 Biologinen puhdistamo

Biologisessa puhdistuksessa bakteerit syövät jäteveden eloperäistä ainetta ja hajottavat veteen liuenneista ravinteista erityisesti typpeä. Biologisessa puhdistuksessa veteen puhalletaan ilmaa tai happea, jolloin pieneliöt alkavat kasvaa ja lisääntyä; näin muodostuu aktiiviliettä. Tietyn puhdistusajan jälkeen vesi johdetaan jälkiselkeyttimeen, jossa liete vajoaa altaan pohjalle ja puhdas vesi jää altaan yläosaan. Osa lietteestä kerätään talteen ja kierrätetään biologisen puhdistuksen alkuun. Näin ylläpidetään aktiivista bakteerimassaa ja puhdistamo pystyy toimimaan jatkuvasti. Selkeyttimen yläosasta puhdistettu jätevesi johdetaan purkupaikkaan.

Biologinen puhdistamo on hyvä vaihtoehto silloin, kun jätevedet ovat pelkästään harmaita vesiä tai WC-vesiä tulee hyvin vähän.

Kuvassa 9 on esitetty esimerkki biologisesta puhdistamosta.



Kuva 9 Esimerkki biologisesta puhdistamosta, joka soveltuu myös kaikille jätevesille /13/

5. KÄYTTÖ- JA SOVELLUSKOhteITA

Laki ympäristösuojelulain muuttamisesta /1/ määrää, että *jos kiinteistöä ei ole liitetty viemäriverkkoon eikä toimintaan tarvita tämän lain mukaista lupaa, jätevedet on johdettava ja käsiteltävä siten, ettei niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Talousjätevedet on käsiteltävä ennen niiden johtamista maahan, vesistöön tai vesilain 1 luvun 2 §:n mukaiseen uomaan tai altaaseen. Muut kuin vesikäymälän jätevedet voidaan johtaa puhdistamatta maahan, jos niiden määrä on vähäinen eikä niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa.*

Eli asia koskee jokaista vakituisesti asuttua kiinteistöä sekä vapaa-ajankiinteistöjä, joilla ei ole olemassa olevaa, valtioneuvoston asetuksen talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla /2/ täyttävää jätevedenkäsittelyjärjestelmää.

Jokaiselle kiinteistön omistajalle jää valinta siitä, minkälaisen järjestelmän hän kiinteistölleen tarvitsee ja haluaa. Valinnanvaraa on.

6. UUSIA TUTKIMUKSIA

2010-luvulla pieniä jätevedenpuhdistamoja koskevissa tutkimuksissa on keskitytty niin puhdistustuloksiin kuin reaalisen vesimäärän seurantaan. Yksittäisiä tutkimuksia on tehty myös pienpuhdistamolle tulevan ja lähtevän jäteveden suhteesta yksittäisissä kohteissa.

Näissä tutkimuksissa on huomattu, että omakotiasuja käyttää suhteessa vielä paljon vähemmän vettä kuin aikaisemmin on arvioitu verrattuna rivi- tai kerrostaloasujaan. Puhdistamojen mitoituksissa käytettävä päivittäinen henkilökohtainen vesimäärä on yleensä 125 dm³/d tai 150 dm³/d. Todellinen vesimäärä on kuitenkin noin 75-120 dm³/d, kuten huomataan taulukosta 4. Tämä aiheuttaa jonkin verran tulosten vääristymistä.

Kuitenkin, kuten taulukosta 5 huomataan, asetuksen puhdistusvaatimukset täyttävien näytteiden osuus tutkimuksessa otetuista näytteistä on keskimäärin yli 70 %. Parhaat tulokset saadaan biologiselle hapenkulutukselle ja heikoimmat fosforin poistolle.

Taulukko 4 Puhdistamolle tulevan jäteveden pitoisuudet mittauskohteessa ja asetuksessa /14/.

Lähde		BOD7 mg/l	N _{tot} mg/l	NH ₄ - osuus %	P _{tot} mg/l	PO ₄ - osuus %	Veden- kulutus l/vrk/hlö	Hlö kpl
Kiinteistö 1	ka	322	101	89	16,3	53	74	5
	std (n)	58,8 (17)	16,1 (17)		6,3 (17)		Vesimittari	
Kiinteistö 2	ka	318	110	70	16,7	65	115	2
	std (n)	89,7 (13)	22,4 (13)		5,4 (13)		Vesimittari	
Kiinteistö 3	ka	520	122	85	23,3	79	80	5
	std (n)	195 (10)	45,9 (10)		6,4 (10)		Panoslaskuri	
Kiinteistö 4	ka	399	94,6	83	20,1	57	120	4
	std (n)	107 (20)	19,2 (20)		6,25 (20)		Panoslaskuri	
Asetus		455	127		20,0		110	

Taulukko 5 Asetuksen puhdistusvaatimukset täyttävien näytteiden osuus tutkimuksessa otetuista näytteistä /14/.

Puhdistamotyyppi	Näyte- määrä (kpl)	% näytteistä täytti perus- puhdistusvaatimuksen			% näytteistä täytti tiukemman puhdistusvaatimuksen		
		BOD7 <91mg/l	N <89mg/l	P <6mg/l	BOD7 <45mg/l	N <76mg/l	P <3mg/l
Maasuodattamot	53	96	81	55	92	70	28
Pienpuhdistamot	259	96	80	68	93	72	55
Kaivopuhdistamot	43	93	70	72	77	60	37

Mielenkiintoista on seurata tulevaisuudessa, mikä on todellinen käyttöikä eri puhdistamovaihtoehdoille; ensimmäiset tämän asetuksen nojalla valmistetut/valmistuneet puhdistamot ovat ylittäneet jo kymmenen toimintavuoden rajapyykin. Samoin olisi kiinnostavaa tietää, mitkä ovat puhdistamoiden todelliset käyttökustannukset jätevesikuutiota kohden.

7. KUSTANNUKSET

Haja-asutusalueiden jätevesipuhdistamoiden kokonaiskustannuksia jätevesikuutiota kohti ei ole laskettu missään tutkimuksissa. Laitepuhdistamovalmistajien arvio asiasta on, että kustannukset jätevesikuutiota kohti ovat samat tai hiukan edullisemmat kuin kunnallisessa jätevedenpuhdistuksessa, kun kunnallisen puhdistuksen jätevesikuution hinta asetetaan sen todellisten kustannusten tasolle.

Vuonna 2013 keskimääräinen vesi- ja jätevesikuution hinta oli 4,18€ /15/, josta arvio jätevesikuution hinnalle on $2 \cdot (4,18\text{€}/3) = 2,79\text{€}$, kun oletetaan, että jätevesikuutio maksaa kaksinkertaisesti puhdasvesikuutiota kohden. Jätevesikuution hinta vaihtelee kuitenkin suuresti eri puolilla Suomea, samoin kuin veden ja jäteveden maksusuhte.

Jo eri puhdistamovaihtoehtojen välinen rakennuskustannusten arviointi on myös hyvin ongelmallista: laitepuhdistamojen hinta koostuu itse puhdistamon hinnasta (alkaen 6000€) sekä soran, kaivuutöiden, sähköasennusten ja suunnittelun (alkaen 500€) hinnasta.

Maapuhdistamoissa kaivuutyön ja maa-ainesmateriaalien hinta on merkittävässä osassa, lisäksi tulevat saostuskaivot (noin 2000 €), putket (noin 1500€), mahdolliset suodatusmoduulit (noin 3000€), suodatinkankaat, mahdollisen fosforinpoistokaivo (noin 2000€) ja suunnittelu (alkaen 600€). Lisäksi on huomioitava poistettavan maamassan uudelleensijoitus tontille tai sen poiskuljetus.

Käyttökustannuksia laitepuhdistamoissa tulee sähköstä (noin 50kWh/vuosi), kemikaalista (noin 4-5 €/litra) ja lietteen loka-autotyhjennyksestä (100-150 €/kerta) tai lietesäkeistä (noin 15€/kpl) tai lietekorin suodatusmateriaalin puhdistuksesta (painevesipuhdistus, oma aika). Kemikaalien ja lietteen aiheuttamat kustannukset taas riippuvat puhdistamon käyttömääristä ja annosteluista. Maapuhdistamojen käyttökustannuksia ovat lietteen loka-autotyhjennys (100-150€/kerta) ja mahdollisen fosforinpoistoyksikön kemikaalit (4-5€/litra).

Huoltokustannuksia on hyvin vaikea arvioida: laitepuhdistamoilla niitä ovat pumppujen huollot sekä mahdolliset logiikan säädöt/korjaukset. Maapuhdistamoissa huoltokustannuksia ei periaatteessa ole lainkaan.

8. YHTEENVETO

Haja-asutusalueiden jätevedenpuhdistuksessa ollaan menossa oikeaan suuntaan. Menetelmät niin puhdistuksessa kuin mittauksissa ovat vakiintuneet ja tuottavat toivottuja tuloksia.

Ongelmana ovat eri vaihtoehtojen suuri määrä ja niiden pienet käytännön eroavaisuudet. Tavallinen ihminen haluaa puhdistamon 'joka toimii ja sitä ei tarvitse huoltaa joka ainoa hetki'. Yksiselitteistä vastausta ei ole helppo antaa, koska niin moni asia vaikuttaa valintaan.

Monesti kuitenkin kaikkia vaihtoehtoja ei tutkita eikä niistä edes tiedetä. Helposti asennetaan liian raskas puhdistamovaihtoehto vain varmuuden vuoksi. Toinen ääripää on, varsinkin maapuhdistamoja rakennettaessa, säästäminen väärässä paikassa → käytetään väärä materiaaleja. Kuluneen kymmenen vuoden aikana paljon on myös muuttunut ja parantunut: puhdistamoja, joiden kestävydestä, toimivuudesta ja huollosta ei ole ollut täyttä varmuutta, on hävinnyt markkinoilta ja samoin on käynyt niille henkilöille ja yrityksille, jotka kuvittelivat löytävän jätevesien puhdistuksesta tulevan helpon keinon menestyä. Tällä hetkellä markkinoilla ovat ne yritykset, jotka olivat olemassa jo ennen 'jätevesiasetusta' ja ovat olemassa vielä sen jälkeenkin.

VIITTEET

- /1/ 196/2011 Laki ympäristösuojelulain muuttamisesta, Helsinki, 2011.
- /2/ Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla, Helsinki, 2011.
- /3/ Ympäristöministeriön tiedote 26.3.2015, http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Jatevesiasetuksen_siirtyma aika_pitenee_k%2833046%29 10.4.2015
- /4/ http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Jatevesikuormituksen_vahentaminen, 10.4.2015
- /5/ RIL 124-2, Vesihuolto II, Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2004
- /6/ Kujala-Räty, Katriina, Mattila, Harri, Santala, Erkki, Haja-asutusalueiden vesihuolto, Hämeen Ammattikorkeakoulu, 2008.
- /7/ http://www.pienpuhdistamo.fi/puhdistustekniikan_valinta.htm, 10.4.2015
- /8/ Suomen Ympäristökeskus, Haja-asutusalueen jäteveden käsittely, koulutusmateriaali, 2005
- /9/ <http://www.jatevesitieto.fi/kiinteistokohtaiset-jatevesijarjestelmat.html>, 12.4.2015
- /10/ http://www.raita.com/TE_toiminta.htm, 12.4.2015
- /11/ <http://www.fann.se/>, 12.4.2015
- /12/ Mäkelä, Helinä, Jätevesien käsittelysuunnitelma haja-asutusalueelle, 2010
- /13/ http://www.vestelli.fi/harmaavesi_puhdistaja_biopuhdistaja, 12.4.2015
- /14/ Leskinen, Piia, Hovirinta, Sanna, Haja-asutusalueiden jätevesipäästöjen vähentäminen (MINWA-raportti), Turun AMK:n julkaisu, 2012.
- /15/ <http://www.vercon.fi/fi/tietoa-vedenkulutuksesta/veden-hinta/>, 16.4.2015